

10/529765

PCT/DE 03 / 03311

**BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND**

REC'D 27 NOV 2003

WIPO PCT

PCT/DE03/3311

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

**Aktenzeichen:** 102 46 540.1

**Anmeldetag:** 30. September 2002

**Anmelder/Inhaber:** Siemens Aktiengesellschaft, München/DE

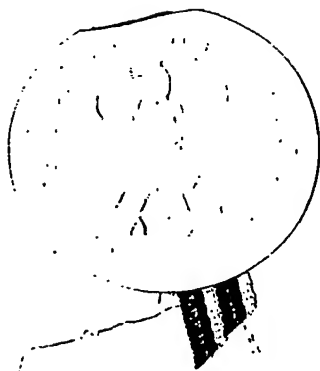
**Bezeichnung:** Reinigungsvorrichtung und Verfahren zur Reinigung  
von Prozessgas einer Reflowlötanlage

**IPC:** B 01 D 53/78

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der  
ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 21. Oktober 2003  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag

Wehner



\* 30.09.2002  
\* 102 465 40.1

## Beschreibung

Reinigungsvorrichtung und Verfahren zur Reinigung von Prozessgas einer Reflowlötanlage

5

Die Erfindung bezieht sich auf eine Reinigungsvorrichtung für das Prozessgas einer Reflowlötanlage mit einem Reinigungsraum, der eine Zuleitung für das verunreinigte Prozessgas und eine Ableitung für das gereinigte Prozessgas aufweist.

10

Eine solche Reinigungsvorrichtung ist beispielsweise aus dem US-Patent mit der Nummer 4,951,401 bekannt. Diese Reinigungsvorrichtung weist einen Kanal auf, mit dessen Hilfe das Prozessgas der Reflowlötanlage entnommen wird und nach Reinigung mittels eines Filters der Anlage wieder zugeführt wird. Durch den Filter werden Verunreinigungen aus dem Prozessgas zurückgehalten, wobei der Filter ausgewechselt oder ausgewaschen werden kann, sobald seine Aufnahmekapazität erschöpft ist.

15

Die Aufgabe der Erfindung liegt darin, eine Reinigungsvorrichtung für das Prozessgas einer Reflowlötanlage anzugeben, mit deren Hilfe kostengünstig eine vergleichsweise effiziente Reinigung des Prozessgases möglich ist.

20

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass der Reinigungsraum eine Reinigungsflüssigkeit enthält, die mit dem im Reinigungsraum befindlichen Prozessgas in Kontakt kommt. Durch den Kontakt des Prozessgases mit der Reinigungsflüssigkeit können die Verunreinigungen aus dem Prozessgas an die Reinigungsflüssigkeit abgegeben werden. Dabei kann vorteilhafterweise die Reinigungsvorrichtung optimal an die geforderte Abscheideleistung angepasst werden, da im Vergleich zu herkömmlichen Filtern, deren Filtermedium eine die Verun-

30

reinigungen zurückhaltende Barriere bildet, der durch eine mit Reinigungsflüssigkeit betriebene Reinigungsvorrichtung erzeugte Druckverlust sehr gering ist. Dies bedeutet, dass eine Steigerung der Abscheideleistung nicht durch einen Anstieg des durch die Reinigungsvorrichtung erzeugten Druckverlustes begrenzt ist. Ein weiterer Vorteil bei der Verwendung von Reinigungsflüssigkeit ist dadurch gegeben, dass diese ausgewechselt werden kann, ohne den Prozessablauf der Reflowlötanlage zum Stillstand zu bringen. Dabei kann die entnommene, verunreinigte Reinigungsflüssigkeit zeitgleich durch saubere Reinigungsflüssigkeit ersetzt werden. Durch die Vermeidung von Stillstandzeiten der Reflowlötanlage ist vorteilhaft eine Steigerung der Wirtschaftlichkeit des Betriebs einer mit der erfindungsgemäßen Reinigungsvorrichtung versehenen Reflowlötanlage möglich.

Gemäß einer Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass der Reinigungsraum ein aus der Reinigungsflüssigkeit bestehendes Bad enthält, wobei die Zuleitung unterhalb des Flüssigkeitsspiegels des Bades in dieses mündet. Hierdurch ist es vorteilhaft möglich, das Prozessgas in Form von Blasen durch das Bad zu leiten, wodurch die Oberfläche, die zur Abgabe der Verunreinigungen aus dem Prozessgas an die Reinigungsflüssigkeit zur Verfügung steht, erhöht wird. Gleichzeitig ist der Aufbau dieser Reinigungseinrichtung sehr einfach, so dass vorteilhaft eine kostengünstige Herstellung möglich ist.

Gemäß einer anderen Ausgestaltung der Erfindung enthält der Reinigungsraum mindestens eine Abscheidewand, auf deren Oberfläche sich ein Film der Reinigungsflüssigkeit befindet. Hierdurch kann vorteilhaft eine genau definierte Abscheidefläche gebildet werden, die durch die Fläche des auf der

Abscheidewand gebildeten Films an Reinigungsflüssigkeit gegeben ist.

Es ist vorteilhaft, wenn die Abscheidewand lotrecht oder mit  
5 Gefälle im Reinigungsraum angeordnet ist und im Bereich eines  
sich aufgrund dieser Anordnung ergebenden, oben liegenden Randes der Abscheidewand einer auf diese gerichtete Zuführung für die Reinigungsflüssigkeit angeordnet ist. Hierdurch wird erreicht, dass die Reinigungsflüssigkeit einem Wasserfall  
10 gleichend und der Schwerkraft folgend, ausgehend vom oben liegenden Rand der Abscheidewand an dieser herunterfließt und so der Austausch der Reinigungsflüssigkeit unproblematisch erfolgen kann.

15 Eine wiederum andere Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass in den Reinigungsraum mindestens eine Einspritzöffnung für die Reinigungsflüssigkeit gerichtet ist. Mittels vorzugsweise mehrerer Einspritzöffnungen kann die Reinigungsflüssigkeit im Reinigungsraum verteilt werden, wobei sich ein Ge-  
20 misch mit dem zu reinigenden Prozessgas bildet. Hierdurch wird vorteilhafterweise die Oberfläche, die zur Aufnahme von Verunreinigungen in die Reinigungsflüssigkeit zur Verfügung steht, vergrößert. Es kann beispielsweise ein Flüssigkeitsvorhang gebildet werden, durch den das Prozessgas geleitet  
25 wird. Die Einspritzöffnungen können aber auch düsenförmig ausgebildet sein, so dass in dem Reinigungsraum ein Flüssigkeitsnebel erzeugt werden kann.

Eine weiterführende Ausbildung der Erfindung ist durch einen  
30 Zusammenschluss von mehreren jeweils einen Reinigungsraum enthaltenden Modulen derart, dass alle Reinigungsräume durch ein Prozessgas durchströmbar sind, gekennzeichnet. Hierbei kann der Zusammenschluss zum einen als Parallelschaltung meh-

rerer Module erzeugt werden, wodurch vorteilhaft eine einfache Anpassung der Kapazität der Reinigungsvorrichtung an verschiedener Reflowlötanlagen möglich wird. Dabei entsteht nur ein geringer konstruktiver Aufwand und die Verringerung von Einzelkomponenten wirkt sich günstig auf die Lagerhaltung bei dem Vertrieb der Reinigungsvorrichtung aus. Eine andere Möglichkeit ist die Reihenschaltung von Modulen, wodurch die Reinigungsvorrichtung in Bezug auf die Qualität des Abscheideergebnisses modifiziert werden kann. Dabei können insbesondere Module mit verschiedenen Wirkprinzipien, beispielsweise den oben bereits beschriebenen, hintereinandergeschaltet werden, so dass die Vorteile der einzelnen Wirkprinzipien untereinander kombiniert werden können.

Gemäß einer weiteren Ausgestaltung der modulartigen Bauweise ist vorgesehen, dass in den Reinigungsräumen der Module Reinigungsflüssigkeiten mit unterschiedlichen Reinigungseigenschaften vorgesehen sind. Hierdurch können unterschiedliche Reinigungsflüssigkeiten ausgewählt werden, die vorteilhaft jeweils optimal an unterschiedliche, jeweils auszuscheidende Stoffe angepasst sein können. Mit diesen Reinigungsflüssigkeiten lassen sich dann jeweils optimale Reinigungsergebnisse erzielen. Bei Einsatz unterschiedlicher Reinigungsflüssigkeiten ist es besonders vorteilhaft, die Module bezüglich des zu reinigenden Prozessgases in Reihe zu schalten, weil das Prozessgas dann in einem Durchlauf alle unterschiedlichen Reinigungsflüssigkeiten passiert.

Vorteilhafterweise kann der Reinigungsraum einen Ablauf aufweisen, der mit einer Klärvorrichtung für die Reinigungsflüssigkeit verbunden ist. Die Klärvorrichtung kann beispielsweise aus einem Klärbecken bestehen, in dem sich die in die Reinigungsflüssigkeit eingebrachten Verunreinigungen als Klär-

schlamm absetzten. Dieser lässt sich dann einfach entsorgen, während die geklärte Reinigungsflüssigkeit dem Reinigungsprozess wieder zugeführt werden kann. Dadurch ergibt sich die Möglichkeit einer Mehrfachverwendung der Reinigungsflüssigkeit, wodurch die Wirtschaftlichkeit bei dem Betrieb der Reinigungsvorrichtung vorteilhaft weiter gesteigert werden kann.

Die Erfindung bezieht sich ferner auf ein Verfahren zur Reinigung von Prozessgas einer Reflowlötanlage, bei dem verunreinigtes Prozessgas der Reflowlötanlage entnommen und einem Reinigungsraum zugeführt wird.

Ein solches Verfahren ist aus dem eingangs erwähnten US-Patent 4,951,401 bekannt, wobei die Aufgabe dieser Erfindung darin liegt, ein Verfahren zur Reinigung von Prozessgas einer Reflowlötanlage anzugeben, welches kostengünstig und vergleichsweise effizient umgesetzt werden kann.

Die erfindungsgemäße Lösung dieser Aufgabe gelingt dadurch, dass das Prozessgas in dem Reinigungsraum mit einer Reinigungsflüssigkeit in Kontakt gebracht wird. Hierdurch ergeben sich die im Bezug auf die erfindungsgemäße Reinigungsvorrichtung bereits erwähnten Vorteile.

Gemäß einer Ausgestaltung des Verfahrens ist vorgesehen, dass das Prozessgas durch Kondensation der in diesem enthaltenen Verunreinigungen in der Reinigungsflüssigkeit gereinigt wird. Dabei wird der Effekt genutzt, dass das Prozessgas durch den Kontakt mit der Reinigungsflüssigkeit abgekühlt wird, wodurch eine Kondensation der Verunreinigungen in der Reinigungsflüssigkeit erfolgt. Diese kondensierten Verunreinigungen verbleiben in der Reinigungsflüssigkeit, wodurch das Prozessgas gereinigt wird. Das Verfahren der Kondensation der Verun-

reinigungen birgt den Vorteil, dass das Kondensat aus der Reinigungsflüssigkeit auf einfache Weise, beispielsweise mit der bereits erwähnten Klärvorrichtung, aus der Reinigungsflüssigkeit entfernt werden kann, so dass diese mehrfach verwendet werden kann. Hierdurch wird die Wirtschaftlichkeit des Verfahrens verbessert.

Eine andere Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass das Prozessgas durch Binden der in diesem enthaltenen Verunreinigung an Bestandteile der Reinigungsflüssigkeit gereinigt wird. Hierbei ist sowohl die chemische wie auch die physikalische Bindung an Bestandteile der Reinigungsflüssigkeit denkbar, wodurch vorteilhafterweise Verunreinigungen aus dem Prozessgas abgeschieden werden können, welche durch das bereits beschriebene Prinzip der Kondensation nicht oder nur unzureichend abgeschieden werden können. Dies ist beispielsweise bei flüchtigen Substanzen der Fall, deren Kondensationstemperatur so gering ist, dass eine Abkühlung des Prozessgases auf diese Temperaturen wirtschaftlich nicht sinnvoll wäre.

Eine andere Ausbildung des Verfahrens sieht vor, dass die Reinigungsflüssigkeit dem Reinigungsraum kontinuierlich zugeführt und entnommen wird. Hierbei ergibt sich der Vorteil, dass in der Reinigungsvorrichtung ein stationärer Zustand eingestellt werden kann, bei dem das Konzentrationsgefälle der Verunreinigungen zwischen dem Prozessgas und der Reinigungsvorrichtung konstant gehalten werden kann. Hierdurch lassen sich vorteilhafterweise gleichbleibende Ergebnisse hinsichtlich des in der Reflowlötanlage ablaufenden Prozesses einstellen, wodurch die Qualität der in der Reflowlötanlage hergestellten Produkte vorteilhaft verbessert werden kann.

Weitere Einzelheiten der Erfindung werden im Folgenden anhand der Zeichnung beschrieben. Hierbei zeigen

Figur 1 ein Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Reinigungsvorrichtung, angeschlossen an einer Reflowlötanlage, im schematischen Schnitt, die

Figuren 2 bis 4 weitere Ausführungsbeispiele der erfindungsgemäßen Reinigungsvorrichtung im schematischen Schnitt und

Figur 5 ein Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Reinigungsvorrichtung in modularer Anordnung schematisch und teilweise aufgeschnitten.

In Figur 1 ist eine Reinigungsvorrichtung 11 dargestellt, welche über eine Zuleitung 12 und eine Ableitung 13 mit einer Reflowlötanlage 14 derart verbunden ist, dass das in der Reflowlötanlage enthaltene Prozessgas entsprechend angedeuteten Pfeilen der Reinigungsvorrichtung zugeführt und nach erfolgter Reinigung wieder in die Reflowlötanlage 14 zurückgeführt werden kann, so dass ein Kreislauf für das Prozessgas entsteht. In der Reinigungsvorrichtung ist ein Reinigungsraum 15 enthalten, der teilweise mit einer Reinigungsflüssigkeit 16 gefüllt ist. An einer Grenzfläche 17 zwischen der Reinigungsflüssigkeit 16 und dem im Reinigungsraum 15 befindlichen Prozessgas findet ein Austausch von Verunreinigungen aus dem Prozessgas in die Reinigungsflüssigkeit statt.

Die Reinigungsflüssigkeit 16 bildet mit einer Klärvorrichtung 18 in Form eines Klärbeckens einen Kreislauf, der über einen Zulauf 19 zur Reinigungsvorrichtung und einen Ablauf 20 von der Reinigungsvorrichtung weg geschlossen wird. In der Klärvorrichtung 18 setzen sich die aus dem Prozessgas in die Reinigungsflüssigkeit 16 überführten Verunreinigungen als Klär-



schlamm 21 ab. Der Klärschlamm kann über ein Ablassventil 22 der Klärvorrichtung entnommen werden.

Als Reinigungsflüssigkeiten können beispielsweise inerte  
5 Flüssigkeiten wie Wasser oder Öle eingesetzt werden, die keine Reaktionen mit Bestandteilen des Prozessgases eingehen. Besonderes vorteilhaft ist der Einsatz von sogenannten Perflourpolyethern, welche weder in Wasser noch in Öl löslich sind und sich durch eine hohe Beständigkeit gegen reaktive  
10 Chemikalien auszeichnen.

Im Folgenden werden weitere Ausführungsbeispiele von Reinigungseinrichtungen erläutert, wobei Bauteile, die entsprechend dem Ausführungsbeispiel gemäß Figur 1 ausgebildet sind,  
15 mit gleichen Bezugszeichen versehen sind und nicht näher erläutert werden.

Die Reinigungsvorrichtung 11 gemäß Figur 2 ist zylindrisch ausgeführt und weitgehend mit der Reinigungsflüssigkeit 16  
20 ausgefüllt. Über den Zulauf 19 und den Ablauf 20 wird die Reinigungsflüssigkeit kontinuierlich ausgetauscht.

Das Prozessgas wird über die Zuleitung 12 und einen Verteilteiler 23 unterhalb des Flüssigkeitsspiegels der Reinigungs-  
25 flüssigkeit 16 zugeleitet, so dass das Prozessgas gereinigt werden kann, während es in kleinen Blasen 24 in der Reinigungsflüssigkeit aufsteigt.

In dem Reinigungsraum 15 der Reinigungsvorrichtung 11 gemäß  
30 Figur 3 sind Abscheidewände 25 vorgesehen, die teilweise gleichzeitig durch die Außenwandung der Reinigungsvorrichtung 11 gebildet werden. An oberen Rändern 26 der Abscheidewände sind Zuführungen 27 vorgesehen, die mit dem in Figur 3 nicht

näher dargestellten Zulauf für die Reinigungsflüssigkeit verbunden sind. Wie angedeutet, benetzen die Zuführungen 27 die Abscheidewände 25 mit der Reinigungsflüssigkeit, so dass diese an den Wänden hinabläuft und sich im unteren Bereich der  
5 Reinigungsvorrichtung am Ablauf 20 sammelt. Dabei entsteht auf den Abscheidewänden 25 ein Film 28 der Reinigungsflüssigkeit wobei das Prozessgas an diesen Film entlangstreicht.

Die Reinigungsvorrichtung 11 gemäß Figur 4 weist im Reinigungsraum 15 eine Vielzahl von Einspritzöffnungen 29 auf, die mit dem Zulauf 19 verbunden sind. Die Gesamtheit der Einspritzöffnungen erzeugt in dem Reinigungsraum 15 einen regen- oder nebelartigen Vorhang 30, durch den das Prozessgas geleitet wird. Die Reinigungsflüssigkeit sammelt sich im unteren  
10 Teil des Reinigungsraumes im Bereich des Ablaufes 20.

In Figur 5 ist beispielhaft ein modularer Aufbau der Reinigungsvorrichtung 11 dargestellt. Dabei sind Module 31a, 31b vereinfacht als Kästen dargestellt, wobei zwei dieser Kästen  
20 aufgeschnitten sind. An den geschnitten dargestellten Modulen ist zu erkennen, dass es sich jeweils um die Reihenschaltung zweier Module mit unterschiedlichen Funktionsprinzipien handelt. Die Module 31a dienen der Vorreinigung und folgen dem in Figur 2 dargestellten Funktionsprinzip. Die Module 31b  
25 dienen der Endreinigung, wobei das Funktionsprinzip gemäß Figur 4 verwendet wird. Selbstverständlich sind auch beliebige andere Kombinationen von Funktionsprinzipien denkbar.

Die Reinigungsflüssigkeit wird zunächst den Modulen 31b und  
30 dann den Modulen 31a zugeleitet. Daher steht für die Endreinigung zunächst eine gering durch Verunreinigungen beaufschlagte Reinigungsflüssigkeit zur Verfügung, wodurch die Effizienz der Endreinigung verbessert wird. Die Reinigungsflüs-

sigkeit wird anschließend noch für die Vorreinigung verwendet, wo ein Reinigungseffekt aufgrund der noch hohen Konzentration an Verunreinigungen im Prozessgas möglich ist. Bezüglich der Flussrichtungen von Reinigungsflüssigkeit und Prozessgas ist also gemäß Figur 5 das Gegenstromprinzip verwirklicht. Genauso denkbar ist jedoch ein Gleichstromprinzip sofern dies für den konkreten Anwendungsfall geeigneter erscheint. Außerdem können in den Modulen 31b und 31a auch unterschiedliche Reinigungsflüssigkeiten verwendet werden, um das Prozessgas nacheinander unterschiedlichen Reinigungsschritten zu unterziehen (nicht dargestellt).

Während die Reihenschaltung der Module 31a und 31b die Reinigungswirkung der Reinigungsvorrichtung 11 verbessert, zielt die parallele Anordnung der jeweiligen Modulkombination 31a, 31b auf eine Steigerung der möglichen Durchsatzmenge an Prozessgas. Hierdurch kann die modulare Reinigungsvorrichtung 11 an Reflowlötanlagen mit unterschiedlicher Kapazität angepasst werden.

## Patentansprüche

1. Reinigungsvorrichtung für das Prozessgas einer Reflow-  
lötanlage mit einem Reinigungsraum (15), der eine Zuleitung  
5 (12) für das verunreinigte Prozessgas und eine Ableitung (13)  
für das gereinigte Prozessgas aufweist,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,  
dass der Reinigungsraum (15) eine Reinigungsflüssigkeit (16)  
enthält, die mit dem im Reinigungsraum befindlichen Prozess-  
10 gas in Kontakt kommt.

2. Reinigungsvorrichtung nach Anspruch 1,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t;  
dass der Reinigungsraum (15) ein aus der Reinigungsflüssig-  
15 keit (16) bestehendes Bad enthält, wobei die Zuleitung (12)  
unterhalb des Flüssigkeitsspiegels des Bades in dieses mün-  
det.

3. Reinigungsvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprü-  
20 che, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,  
dass der Reinigungsraum (15) mindestens eine Abscheidewand  
(25) enthält, auf deren Oberfläche sich ein Film (28) der  
Reinigungsflüssigkeit befindet.

25 4. Reinigungsvorrichtung nach Anspruch 3,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,  
dass die Abscheidewand (25) lotrecht oder mit Gefälle im Rei-  
nigungsraum (15) angeordnet ist und im Bereich eines sich auf  
Grund dieser Anordnung ergebenden, obenliegenden Randes (26)  
30 der Abscheidewand eine auf diese gerichtete Zuführung (27)  
für die Reinigungsflüssigkeit angeordnet ist.

5. Reinigungsvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass in den Reinigungsraum (15) mindestens eine Einspritzöffnung (29) für die Reinigungsflüssigkeit (16) gerichtet ist.

5

6. Reinigungsvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch einen Zusammenschluss von mehreren jeweils einen Reinigungsraum (15) enthaltenden Modulen (31) derart, dass alle Reinigungsräume (15) durch das Prozessgas durchströmbar sind.

10

7. Reinigungsvorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass in den Reinigungsräumen (15) der Module (31) Reinigungsflüssigkeiten mit unterschiedlichen Reinigungseigenschaften vorgesehen sind.

15

8. Reinigungsvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Reinigungsraum (15) einen Ablauf (20) aufweist, der mit einer Klärvorrichtung (18) für die Reinigungsflüssigkeit verbunden ist.

20

9. Verfahren zur Reinigung von Prozessgas einer Reflowlötanlage, bei dem verunreinigtes Prozessgas der Reflowlötanlage entnommen und einem Reinigungsraum (15) zugeführt wird, dadurch gekennzeichnet, dass das Prozessgas in dem Reinigungsraum (15) mit einer Reinigungsflüssigkeit (16) in Kontakt gebracht wird.

25

30

10. Verfahren nach Anspruch 9,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass das Prozessgas durch Kondensation der in diesem enthal-  
tenen Verunreinigungen in der Reinigungsflüssigkeit (16) ge-  
5 reinigt wird.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 oder 10,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass das Prozessgas durch Binden der in diesem enthaltenen  
10 Verunreinigungen an Bestandteile der Reinigungsflüssigkeit  
(16) gereinigt wird.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 11,  
dadurch gekennzeichnet,  
15 dass die Reinigungsflüssigkeit (16) dem Reinigungsraum (15)  
kontinuierlich zugeführt und entnommen wird.

## Zusammenfassung

Reinigungsvorrichtung und Verfahren zur Reinigung von Prozessgas einer Reflowlötanlage

5

Es wird eine Reinigungsvorrichtung (11) für das Prozessgas einer Reflowlötanlage und ein Verfahren zu deren Betrieb vorgeschlagen. Die Reinigungsvorrichtung enthält erfindungsgemäß eine Reinigungsflüssigkeit (16), durch die verunreinigtes  
10 Prozessgas (12) beispielsweise in Form aufsteigender Blasen (24) geleitet wird. Das gereinigte Prozessgas wird der Reinigungsvorrichtung (11) entnommen. Im Vergleich zu herkömmlichen Filtern hat die Verwendung einer Reinigungsflüssigkeit zur Abscheidung von Verunreinigungen aus dem Prozessgas den  
15 Vorteil, dass diese dem Prozessgas einen geringen Strömungswiderstand entgegensetzt und gleichzeitig eine kostengünstige und effiziente Reinigung des Prozessgases ermöglicht.

FIG 2

FIG 1

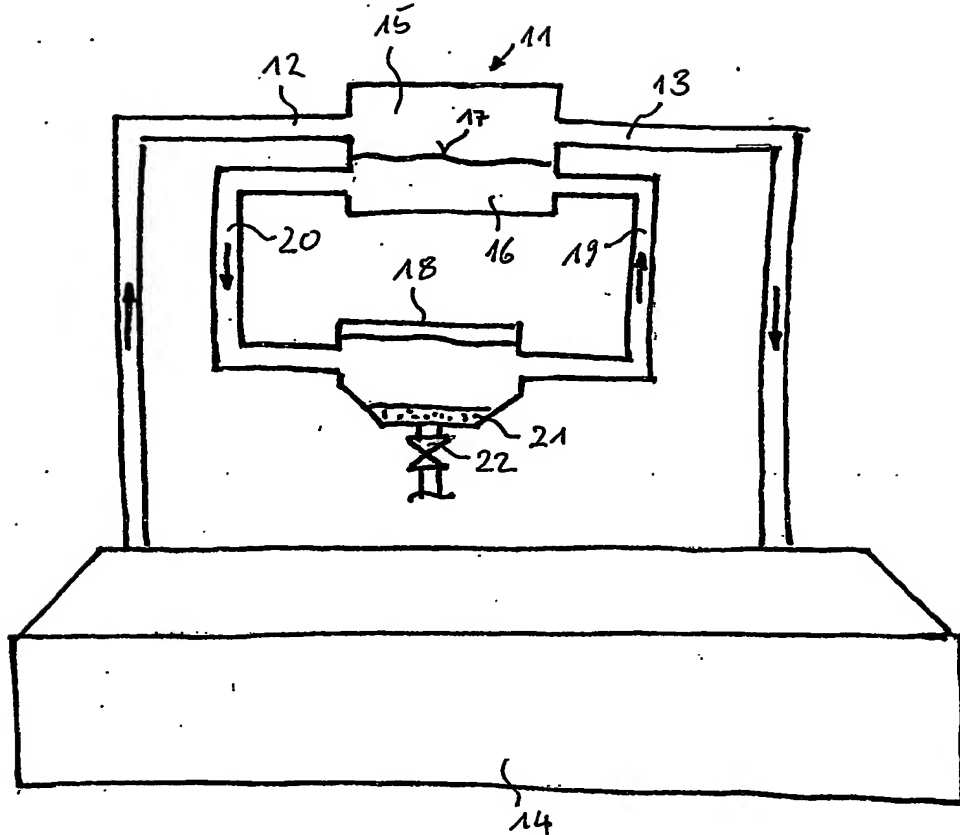


FIG 2

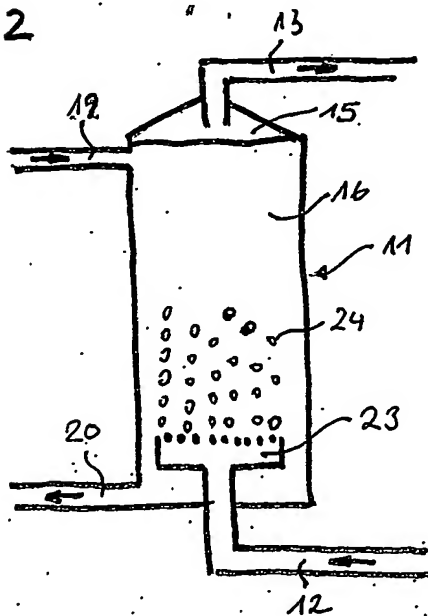




FIG 3

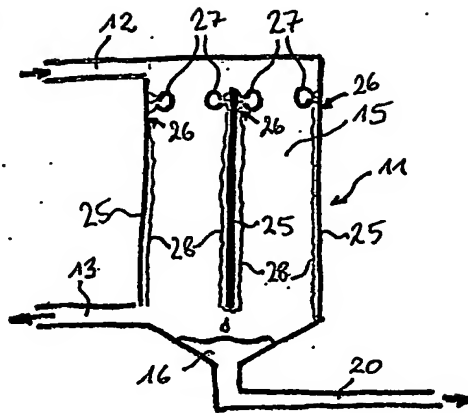


FIG 4

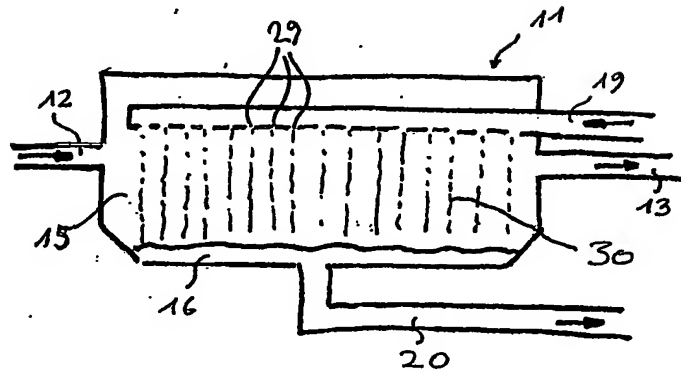


FIG 5

